

高等教育自学考试考试大纲

课程名称：化工原理（二）

课程代码：03146

第一部分 课程性质与目标

一、课程性质与特点

化工原理（二）是高等教育自学考试生物工程（本科）专业的选考课程。它在数学、物理、化学、物理化学等基础课程与专业课之间起着承先启后的作用，是自然科学领域的基础课向工程科学的专业课过渡的入门课程。本课程包括七个部分：流体流动，流体输送机械，沉降与过滤，传热，吸收，蒸馏，干燥。每一部分都是化学工业的重要组成部分。化工原理（二）的主要任务是介绍流体流动、传热和传质的基本原理及主要单元操作的典型设备构造、操作原理、过程计算、设备选型及实验研究方法等。通过本课程的学习，考生应能对化工生产的过程有一个基本的了解，从而培养考生运用基础理论分析和解决化工单元操作中各种工程实际问题的能力，为专业课学习和今后的工作打下较坚实的基础。

二、课程目标与基本要求

（一）课程目标：通过本课程的学习，考生应能够掌握化工生产过程中单元操作的基本概念和基本原理，以动量传递，热量传递，质量传递的基本原理为主线，选择几种典型的单元操作进行学习，以物料衡算、能量衡算、平衡关系、传递速率、经济核算等 5 种基本概念为理论依据，掌握单元操作通用的学习方法和分析问题的思路，培养理论联系实际的观点与方法，提高单元操作设备的设计与计算、操作、选型、实验研究的方法与技能，增强解决实际工程问题的能力，以适应现代社会对化工单元操作越来越高的要求。

（二）基本要求：

1. 知识方面的要求

- （1）掌握流体流动过程中的物料和能量衡算，掌握阻力的本质及计算；
- （2）掌握沉降速度的计算及板框过滤机的计算；
- （3）掌握稳定传热条件下间壁传热方式的分析和计算，列管换热器的设计；
- （4）掌握吸收塔的基本计算，传质单元数和传质单元高度的意义与计算；
- （5）掌握精馏原理及精馏塔的计算方法；掌握填料塔、板式塔设计方法；
- （6）掌握湿空气的性质及干燥过程的物料衡算和能量衡算。

2. 技能方面的要求

能够利用所学的知识，结合生产实践及课外参考书，进行化工设备的选型及尺寸的计算。

三、与本专业其他课程的关系

本课程为一门工科性质的课程，避免不了计算，因此应具备较强的高等数学

方面的知识。本课程的先修课程为：高等数学、大学物理、物理化学。

化工单元操作中涉及到物料衡算、能量衡算、平衡关系、传递速率、经济核算等的计算，这些都要用到微积分方面的知识，因此掌握高等数学的基础知识是学习本课程的前提条件。在化工生产过程中都是由电提供能量，机器设备才能运转，因此电工方面的知识显得尤为重要，这就要求考生首先必须掌握大学物理方面的知识。流体质点传递过程中伴随着能量的变化，进而导致整个体系能量的变化，这又涉及到热力学方面的知识，因此学好物理化学方面的知识也是有必要的。因此只有在掌握高等数学、大学物理、物理化学的基础知识之后，才有可能学好化工原理的知识。同时也只有在牢固掌握化工原理的知识之后，后续的发酵工程，酶工程，生物工程下游技术等专业知识才能掌握。因此化工原理在基础课与专业课之间起着承先启后的作用。

第二部分 考核内容与考核目标

第一章 绪论

一、学习目的与要求

通过本章的学习，了解单元操作、动量传递、质量传递、热量传递的基本概念以及动量传递、质量传递、热量传递三者之间的区别和联系；掌握在化工生产中经常出现的各种单位之间的换算关系，混合物含量的多种表示方法，物料衡算与能量衡算的应用，为将来各章具体内容的学习提供必要引导。重点是混合物含量的表示方法及物料衡算与能量衡算的计算。

二、考核知识点与考核目标

（一）混合物含量的表示方法及物料衡算与能量衡算的计算（重点）

识记：混合物含量的表示方法（物质的量浓度与量分数，摩尔比与质量比）

理解：物料衡算与能量衡算的计算

应用：能够应用质量守恒定律和能量守恒定律进行化工生产中经常遇到的某个物料的质量、流量、所拥有的能量的计算

（二）单元操作、动量传递、质量传递、热量传递的基本概念，过程传递速率（次重点）

识记：单元操作、动量传递、质量传递、热量传递的基本概念

理解：动量传递、质量传递、热量传递三者之间的区别和联系，过程传递速率的表示方法

（三）物理量的单位换算与量纲（一般）

识记：物理量的量纲与量纲式，量纲一致性方程

理解：物理量单位之间的换算方法

第二章 流体流动

一、学习目的与要求

通过本章学习，考生应掌握流体质点、表压强、真空度、比容的概念以及流体静力学基本方程式的应用；在流体动力学中考生应掌握体积流量、质量流量、粘性、流体内摩擦力、层流、湍流的概念以及伯努利方程式的应用，了解流体流动的规律。本章重点学习的是伯努利方程式，主要应掌握它在能量测定和流量测定的方面的应用。

二、考核知识点与考核目标

（一）流体静力学（次重点）

识记：流体质点、表压强、真空度、密度、比容的概念

理解：压强的计量标准与单位换算，

应用：流体静力学方程的应用

（二）管内流体流动的基本方程式（重点）

识记：体积流量、质量流量与流速的概念

理解：流体流动过程中的物料衡算，机械能衡算及伯努利方程的物理意义

应用：连续性方程，伯努利方程式的应用

（三）管内流体流动现象（次重点）

识记：1. 流体流动的类型（层流流动、湍流流动）；2. 层流、湍流的概念

理解：1. 牛顿粘性定律；2. 稳定流动与不稳定流动的区别

应用：雷诺实验

（四）管内流体流动的摩擦阻力损失（次重点）

识记：流体粘性，内摩擦力的概念，流体在管道内流动过程中阻力损失的类型（直管阻力损失，局部阻力损失）

理解：流体在流动过程中的总摩擦阻力损失的计算

（五）管路计算（重点）

识记：1. 简单管路和复杂管路的构成；2. 最适宜管径的确定

理解：简单管路、复杂管路的计算

（六）流量的测定（一般）

识记：测速管、孔板流量计、转子流量计的结构

理解：测速管、孔板流量计、转子流量计的测量原理

应用：流量测定

第三章 流体输送机械

一、学习目的与要求

要求考生了解离心泵的工作原理，离心泵的主要性能参数和特性曲线，离心泵的汽蚀现象与安装高度，离心泵的工作点与流量调节，离心泵的类型与选用，离心泵的串联和并联；了解往复式压缩机的工作原理、压缩循环功及功率的计算；重点是掌握离心泵的选型与流量调节，往复式压缩机压缩循环功及功率的计算。

二、考核知识点与考核目标

（一）离心泵（重点）

识记：轴功率、有效功率、扬程、有效气蚀余量、必须气蚀余量的概念

理解：1. 离心泵的工作原理；2. 离心泵气缚现象产生的原因；3. 离心泵的主要性能参数与特性曲线；4. 离心泵的汽蚀现象与安装高度；5. 离心泵内造成功率损失的原因

应用：离心泵的类型与选用、工作点与流量调节，离心泵的串联和并联；

（二）往复式压缩机（次重点）

识记：余隙体积、容积系数的概念

理解：1. 往复式压缩机的工作原理；2. 高压气体必须采用多级压缩的原因

应用：往复式压缩机压缩循环功及功率的计算

第四章 沉降与过滤

一、学习目的与要求

含尘气体及悬浮液的分离，工业上最常用的方法有沉降法与过滤法两种。本章将重点介绍重力沉降、离心沉降及过滤等分离方法的操作原理与设备。要求了解非均相物系分离的目的、过滤的方式；了解降尘室、增稠器、旋风分离器、沉降式离心机的构造和选型，转筒真空过滤机和离心沉降机的构造和选型；非均相物系分离过程的强化；重点掌握非均相物系的重力沉降和离心沉降的基本计算，过滤基本方程式，恒压过滤方程及应用，板框压滤机的结构及计算。

二、考核知识点与考核目标

（一）重力沉降（次重点）

识记：重力沉降、临界粒径的概念，影响沉降速度的因素（粘度，密度，颗粒直径，颗粒形状，壁效应，干扰沉降）

理解：1. 重力沉降速度、临界粒径的计算；2. 降尘室、增稠器的结构和选型

应用：降尘室的计算

（二）离心沉降（重点）

识记：离心沉降的概念

理解：旋风分离器、旋液分离器、沉降式离心机的构造与操作

应用：1. 离心分离因数、离心沉降速度的计算；2. 旋风分离器的尺寸和临界粒径、压力损失的计算

（三）过滤（重点）

识记：过滤、深层过滤、滤饼过滤的概念

理解：1. 过滤介质和助滤剂的选用；2. 悬浮液、固体量、滤液量及滤渣之间的关系；过滤设备的构造与选型

应用：过滤速率方程式、恒压过滤常数及过滤的计算

第五章 传热

一、学习目的与要求

本章将重点介绍热传导，对流传热，两流体间传热过程的计算和传热的设备——换热器。要求了解热传导基本原理，平壁与圆筒壁一维稳态热传导计算机分析，对流传热的基本原理，牛顿冷却定律，影响对流传热的主要因素，无相变管内强制对流传热系数关联式及其应用，常用换热器类型及结构；理解对流传热的基本概念，牛顿冷却定律；重点掌握傅立叶定律及其应用，对流传热系数的关联式的选用及计算，总传热速率方程和热负荷的计算，平均温度差计算，总传热系数计算及分析，传热面积计算。

二、考核知识点与考核目标

（一）热传导（次重点）

识记：热传导、稳定传热过程、传热速率、热通量、温度场、等温面、温度梯度的基本概念

理解：1. 传热理论-傅立叶定律；2. 单层平壁、多层平壁的稳态热传导

应用：单层平壁、多层平壁传热及壁温的计算

（二）对流传热（重点）

识记：对流传热的基本概念，对流传热膜理论模型

理解：1. 对流传热速率方程；2. 对流传热系数的影响因素；3. 对流传热系数关联式的选用

应用：对流传热系数的计算

（三）两流体间传热过程的计算（重点）

识记：恒温传热、变温传热的基本概念

理解：1. 热量衡算；2. 对数平均温度差；3. 总传热系数计算及分析

应用：两流体间传热过程及传热面积的计算

（四）换热器（一般）

识记：换热器的分类与结构

理解：传热过程的强化

应用：换热器的结构特点及选用

第六章 吸收

一、学习目的与要求

本章将主要介绍气液相平衡，吸收过程的传质速率，吸收塔的计算和吸收的设备——填料塔。要求了解吸收操作的类型和吸收剂的选择原则，分子扩散系数及影响因素；理解分子扩散和费克定律，双膜理论；重点掌握吸收、气体溶解度、分子扩散、湍流扩散、扩散速率等基本概念，亨利定律及其应用；各种形式的单相传质速率方程、传质系数和传质推动力的对应关系；各种传质系数与总传质系数之间的关系；气膜控制与液膜控制；吸收操作线方程，吸收剂的用量，最小液

气比，传质单元数及传质单元高度的计算，吸收塔的填料层高度计算，吸收塔的操作型分析及计算，解析的特点及计算。

二、考核知识点与考核目标

（一）气液相平衡（次重点）

识记：吸收、气体溶解度的基本概念

理解：亨利定律及各种表达式和相互间的关系

应用：气液相平衡在吸收中的应用

（二）吸收过程的传质速率（重点）

识记：对流传质、分子扩散、湍流扩散、扩散速率的基本概念

理解：1. 分子扩散与费克定律及其在等摩尔逆向扩散和单方向扩散的应用；

2. 单相内的对流传质；3. 两相传质的双膜理论要点；4. 总传质系数及总传质速率方程的各种表示形式

（三）吸收塔的计算（重点）

识记：物料衡算

理解：1. 吸收操作线方程；2. 吸收剂的用量与最小液气比

应用：1. 传质单元数及传质单元高度的计算；2. 填料层高度的计算；3. 吸收塔的操作计算；4. 解析塔的计算

（四）填料塔（一般）

识记：1. 填料塔的结构；2. 填料的性能及附件

理解：塔径的计算

应用：填料的选用，吸收过程的强化

第七章 蒸馏

一、学习目的与要求

本章主要介绍双组分溶液的气液相平衡，蒸馏与精馏原理，双组分连续精馏的计算与分析，蒸馏设备——板式塔。要求了解非理想溶液的气液相平衡关系及相图表示，平衡蒸馏和简单蒸馏；理解饱和蒸气压、相对挥发度、蒸馏、精馏、全回流的基本概念；理解理想溶液的气液相平衡、拉乌尔定律、精馏原理及精馏过程分析、双组分连续精馏的计算（包括全塔物料衡算，恒摩尔流量假设、进料热状态参数、操作线方程与 q 线方程、最小回流比及适宜回流比，理论板数的计算）；重点掌握 t - x - y 图、 x - y 图、气液相平衡方程式，精馏操作线方程及应用， q 线方程及应用，进料板位置的确定、理论板数的计算、适宜回流比的选择。

二、考核知识点与考核目标

（一）双组分溶液的气液相平衡（次重点）

识记：饱和蒸气压、相对挥发度的基本概念

理解：1. 拉乌尔定律；2. 理想溶液的气液相平衡， t - y - x 图、 y - x 图及关系式；3. 非理想溶液的气液相平衡关系

应用：气液相平衡方程式的应用

(二) 蒸馏与精馏原理 (重点)

识记: 蒸馏、精馏的基本概念

理解: 1. 简单蒸馏; 2. 平衡蒸馏; 3. 精馏原理

(三) 双组分连续精馏的计算与分析 (重点)

识记: 全回流的基本概念

理解: 1. 全塔物料衡算; 2. 恒摩尔流量假设; 3. 进料热状态参数; 4. 操作线方程与 q 线方程; 4. 最小回流比及适宜回流比

应用: 1. 理论板数的计算; 2. 进料板位置的确定; 3. 塔顶液相回流比的选择

(四) 蒸馏设备——板式塔 (一般)

识记: 全塔板效率的基本概念

理解: 1. 塔板的结构; 2. 影响塔板效率的因素

应用: 塔板类型与选用

第八章 干燥

一、学习目的与要求

本章主要介绍湿物料的干燥方法, 湿空气的性质及湿度图, 干燥过程的物料衡算和热量衡算, 物料的平衡含水量与干燥速率, 干燥的设备。要求了解各种湿物料的干燥方法, 干燥方法的基本原理、特点及应用, 干燥器的性能特点及选用原则; 理解对流干燥过程的传热与传质, 湿空气的性质及计算, 湿度图构成及应用; 水分在气-固相间的平衡, 干燥过程中空气状态的确定; 结合水分, 非结合水分、平衡水分、自由水分、临界水分的概念及相互关系; 恒速干燥与降速干燥的特点。重点掌握干燥过程的物料衡算和热量衡算, 物料的平衡含水量曲线, 恒定干燥条件下干燥速率与干燥时间的计算, 干燥过程的强化途径。

二、考核知识点与考核目标

(一) 固体物料的去湿方法

识记: 机械去湿法, 加热去湿法

理解: 热传导干燥法, 对流传热干燥法, 红外线辐射干燥法, 微波加热干燥法, 冷冻干燥法

应用: 对流干燥过程的传热与传质

(二) 湿空气的性质及湿度图 (次重点)

识记: 相对湿度、湿度, 干球温度, 湿球温度, 绝热饱和温度的基本概念

理解: 1. 湿空气中湿含量的表示方法; 2. 湿空气的性质及计算

应用: 湿空气的湿度图构成及其应用

(三) 干燥过程的物料衡算和热量衡算 (重点)

识记: 湿基含水量、干基含水量的基本概念

理解: 1. 干燥过程的物料衡算; 2. 干燥过程的热量衡算

应用: 通过干燥器的物料衡算和热量衡算计算出湿物料中水分蒸发量, 空

气用量和所需热量，选择适宜型号的鼓风机，设计选择换热器

（四）物料的平衡含水量与干燥速率（重点）

识记：结合水分、非结合水分、平衡水分、自由水分、临界水分的基本概念

理解：1. 干燥过程的三个阶段（预热阶段，恒速阶段，降速阶段）；2. 物料的平衡含水量曲线

应用：恒定条件下的干燥速率与干燥时间的计算

（五）干燥设备（一般）

识记：干燥设备的种类

理解：各种干燥设备的优缺点

应用：干燥设备的选用，干燥过程的强化途径

第三部分 有关说明与实施要求

一、考核的能力层次表述

本大纲在考核目标中，按照“识记”、“理解”、“应用”三个能力层次规定其应达到的能力层次要求。各能力层次为递进等级关系，后者必须建立在前者的基础上，其含义是：

识记：能知道有关的名词、概念、知识的含义，并能正确认识和表述，是低层次的要求。

理解：在识记的基础上，能全面把握基本概念、基本原理、基本方法，能掌握有关概念、原理、方法的区别与联系，是较高层次的要求。

应用：在理解的基础上，能运用基本概念、基本原理、基本方法联系学过的多个知识点分析和解决有关的理论问题和实际问题，是最高层次的要求。

二、教材

1. 指定教材：

化工原理，王志魁、刘丽英、刘伟，化学工业出版社，第五版

2. 参考教材：

化工原理（上、下册），陈敏恒、丛德滋、方图南、齐鸣斋，潘鹤林，化学工业出版社，2015 年第四版

化工原理学习指南-问题与习题解析，姚玉英、陈常贵、柴诚敬，天津大学出版社，2013 年版

三、自学方法指导

1. 在开始阅读指定教材某一章之前，先翻阅大纲中有关这一章的考核知识点及对知识点的能力层次要求和考核目标，以便在阅读教材时做到心中有数，有的放矢。

2. 阅读教材时，要逐段细读，逐句推敲，集中精力，吃透每一个知识点，对基本概念必须深刻理解，对基本理论必须彻底弄清，对基本方法必须牢固掌握。

3. 在自学过程中,既要思考问题,也要做好阅读笔记,把教材中的基本概念、原理、方法等加以整理,这可从中加深对问题的认知、理解和记忆,以利于突出重点,并涵盖整个内容,可以不断提高自学能力。

4. 完成书后作业和适当的辅导练习是理解、消化和巩固所学知识,培养分析问题、解决问题及提高能力的重要环节,在做练习之前,应认真阅读教材,按考核目标所要求的不同层次,掌握教材内容,在练习过程中对所学知识进行合理的回顾与发挥,注重理论联系实际和具体问题具体分析,解题时应注意培养逻辑性,针对问题围绕相关知识点进行层次(步骤)分明的论述或推导,明确各层次(步骤)间的逻辑关系。

5. 化工原理(二)课程内容涉及面较宽,涉及到流体流动、流体输送机械、沉降与过滤、传热、吸收、蒸馏、干燥等许多方面。考生在自学时往往会感到有一定困难,但自学能力的培养对获取知识是非常必要的。考生在自学过程中应注意如下几个方面:

(1) 根据考核要求中的能力层次,在全面系统学习的基础上掌握重点概念和重点问题,注意各章内容之间的内在联系。

(2) 本课程的自学考试大纲是自学本课程的主要依据。在自学本课程前应先通读大纲,了解课程的要求,获得课程完整的概况。在开始自学某一章时,先阅读大纲,了解该章的课程内容,考核知识点和考核要求,在自学过程中有的放矢。

(3) 阅读指定教材时,要求吃透每个考核知识点。对基本概念要做到深刻理解,对基本原理要弄清弄懂,对基本方法要熟练掌握。

(4) 重视每章末的习题的作用,考生需要多做习题,可以帮助考生尽快地达到自考大纲的要求,并可以检查学习掌握知识的程度。

(5) 本课程是一门实践性较强的课程,考生在自学过程中必须注意理论联系实际,按实验的目的、要求和内容认真做好实验。建议实验与课程自学过程同步进行。

(6) 考生在自学时要注意基本能力的培养,即系统分析和综合能力,分析问题和理解知识的能力,抓住重点阐述问题的能力,以及实验能力等。

四、对社会助学的要求

1. 应熟知考试大纲对课程提出的总要求和各章的知识点。
2. 应掌握各知识点要求达到的能力层次,并深刻理解对各知识点的考核目标。
3. 辅导时,应以考试大纲为依据,指定的教材为基础,不要随意增删内容,以免与大纲脱节。
4. 辅导时,应对学习方法进行指导,宜提倡“认真阅读教材,刻苦钻研教材,主动争取帮助,依靠自己学通”的方法。
5. 辅导时,要注意突出重点,对考生提出的问题,不要有问即答,要积极启发引导。
6. 注意对考生能力的培养,特别是自学能力的培养,要引导考生逐步学会独立学习,在自学过程中善于提出问题,分析问题,做出判断,解决问题。

- 要使考生了解试题的难易与能力层次高低两者不完全是一回事，在各个能力层次中会存在着不同难度的试题。
- 助学学时：本课程共 5 学分，建议总课时 90 学时，其中助学课时分配如下：

章 次	内 容	学 时
第一章	绪论	6
第二章	流体流动	14
第三章	流体输送机械	10
第四章	沉降与过滤	8
第五章	传热	12
第六章	吸收	14
第七章	蒸馏	12
第八章	干燥	14
合 计		90

五、关于命题考试的若干规定

- 本大纲各章所提到的内容和考核目标都是考试内容。试题覆盖到章，适当突出重点。
- 试卷中对不同能力层次的试题比例大致是：“识记”为 30%、“理解”为 40%、“应用”为 30%。
- 试题难易程度应合理：容易、中等、难比例为 3：4：3。
- 每份试卷中，各类考核点所占比例约为：重点占 60%，次重点占 30%，一般占 10%。
- 试题类型一般分为：单项选择题、填空题、名词解释题、简答题、计算题。
- 考试采用闭卷笔试，考试时间 150 分钟，采用百分制评分，60 分合格。

六、题型示例（样题）

一、单项选择题（本大题共 10 小题，每小题 4 分，共 40 分）

在每小题列出的四个备选项中只有一个是符合题目要求的，请将其选出并将“答题卡”上的相应字母涂黑。错涂、多涂或未涂均无分。

- 当 Re 准数小于 2000 时，流体在平滑管内的流动形态为
A. 层流 B. 过渡流 C. 湍流 D. 紊流
- 描述分子扩散过程的基本规律是
A. 亨利定律 B. 拉乌尔定律 C. 傅立叶定律 D. 费克定律

二、填空题（本大题共 2 小题，每小题 10 分，共 20 分）

- 流体作层流流动时，摩擦系数 λ 只是_____的函数，而与管壁的粗糙度无关。
- 亨利定律的表达式之一为 $p^* = Ex$ ，若某气体在水中的亨利系数 E 值很大，说明该气体

为_____。

三、名词解释题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

5. 单元操作

6. 真空度

四、简答题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

7. 简述旋风分离器的工作原理。

8. 气液相平衡关系在吸收中有何作用？

五、计算题（本大题共■小题，每小题■分，共■分）

9. 湿空气的总压为 101.3kPa, 1. 试计算空气为 50℃ ($p_s=12.34$ kPa) 和相对湿度为 $\varphi=60\%$ 时的湿度与焓; 2. 已知湿空气中水蒸气分压为 9.3 kPa, 求该空气在 60℃ ($p_s=19.92$ kPa) 时的相对湿度与湿度。